

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengawet Bahan Makanan

Bahan pengawet adalah bahan tambahan pangan yang dapat mencegah atau menghambat proses fermentasi, pengasaman, atau penguraian lain terhadap makanan yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme. Pengawetan bahan pangan dapat dilakukan dengan berbagai cara dan metode. Hal ini diupayakan agar bahan pangan dapat bertahan dalam waktu yang panjang. Secara komersial tujuan dari pengawetan pangan adalah untuk mengawetkan bahan pangan selama transportasi dari produsen ke konsumen, mengatasi kekurangan produksi akibat musim, menjamin agar kelebihan produksi tidak terbuang, memudahkan penanganan dengan berbagai bentuk kemasan (Afrianti, 2008).

2.1.1 Macam-Macam Pengawetan

Pengawetan dan teknik penyimpanan pada bahan pangan telah lama dikenal oleh masyarakat. Seiring dengan kemajuan teknologi manusia terus berinovasi dalam mengembangkan pengawetan dan pengolahan makanan. Teknologi pengawetan konvensional dengan cara pengeringan, penggaraman, pemanasan, pembekuan dan pengasapan serta fumigasi sampai saat ini masih diterapkan untuk mempertahankan mutu dan memperpanjang masa simpan bahan pangan. Penambahan bahan pengawet sintetis juga masih digunakan meskipun menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan (Rial, 2010) .

Metode pengawetan atau upaya penambahan masa simpan dapat dilakukan dengan metode-metode tertentu. Menurut Kristianingrum (2007) metode

pengawetan dibagi menjadi 3 golongan yaitu, pengawetan secara alami, pengawetan secara biologis, dan pengawetan secara kimia. Pengawetan secara alami meliputi pemanasan (yang secara modern dikembangkan menjadi radiasi), pengeringan dan pendinginan. Pengawetan secara biologis dengan peragian atau fermentasi. Pengawetan secara kimia dengan menggunakan bahan-bahan kimia seperti gula, garam, nitrat, nitrit, natrium benzoat dan lain sebagainya.

Perkembangan teknologi pangan yang semakin canggih berdampak pada perkembangan cara penanganan, pengolahan, pengemasan, dan distribusi produk pangan kepada konsumen. Cara pengawetan pangan komersial digolongkan menjadi 5 golongan, yaitu pengeringan, penyimpanan suhu rendah, proses termal (pemanasan), penggunaan bahan pengawet, dan irradiasi. Penyimpanan suhu rendah terbagi menjadi refrigerasi dan pembekuan. Sedangkan proses termal (pemanasan) dapat dibagi menjadi pasteurisasi, sterilisasi, dan *blansing* (Afrianti, 2008).

2.1.2 Bahan Pengawet Alami

Pengawet alami adalah senyawa kimia turunan dari tumbuhan, hewan, mikroba, dan aktivitas metabolisme yang menunda pembusukan suatu produk dengan cara tertentu. Bahan alami dapat digunakan sebagai pengawet, karena mengandung zat aktif antimikroba. Contohnya adalah daun beluntas, jahe, kluwak, kunyit, lengkuas (Purwani dkk, 2008). Kandungan minyak atsiri pada daun beluntas dan jahe mempunyai sifat antimikroba (Ardiansyah dkk, 2003). Senyawa flavonoid seperti asam sianida, asam *hidrokarpat*, asam *khaulmograt*, dan asam *glorat* pada kluwak terbukti dapat memperpanjang masa simpan

(Widyasari, 2005). Sedangkan pada kunyit yang berperan sebagai antimikroba adalah kandungan senyawa aktif *kurkumin*, *desmetoksikumin*, dan *bidesmetoksikumin* (Purwani dkk, 2008).

Selain itu, pengawet alami juga dapat diperoleh dari bawang putih, madu, tanaman coklat, kayu manis dan lidah buaya. Bawang putih dapat dijadikan pengawet karena kandungan senyawa (*alliin*, *allicin*, dan *ajoene*) serta antioksidan yang tinggi (Singh *et al.*, 2010). Tanaman coklat atau cocoa juga dapat digunakan sebagai pengawet, senyawa antioksidan seperti phenol dan alkaloid yang terkandung didalam dapat diaplikasikan pada pengawet lainnya (Heo *et al.*, 2005). Kandungan *cinnamaldehyde*, *eugenol*, *carophyllen*, dan *cineole* dalam kayu manis terbukti dapat dimanfaatkan sebagai antimikroba dan antijamur (Friedman *et al.*, 2004). Sedangkan pada lidah buaya, kandungan antrakuinon seperti *aloin*, *aloe-emodin*, *barbaloin* dan *emodin* berperan sebagai antioksidan dan antibakteri (Hu *et al.*, 2003).

2.2 Pengawetan Buah Segar

Buah segar akan mengalami kerusakan setelah pemanenan, baik selama proses pengiriman, penyimpanan, dan sebelum sampai kepada konsumen. Penyebab utama kerusakan tersebut adalah, pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme, aktivitas enzim dalam bahan pangan, suhu, kadar oksigen, kadar air dan kekeringan, cahaya, serta gangguan dari binatang misalnya serangga ataupun hewan pengerat. Pengawetan pada dasarnya hanya tindakan memperkecil faktor-faktor kerusakan tersebut (Santoso, 2006).

Bahan pangan dari hasil pertanian banyak mengalami kerusakan. Data menunjukkan bahwa sekitar 35-40% sayuran dan buah-buahan mengalami kerusakan karena sifatnya yang mudah rusak (*perishable foods*). Tanpa adanya pengolahan lebih lanjut, bahan pangan tersebut lama-kelamaan akan mengalami perubahan yang diakibatkan oleh pengaruh fisiologi, mekanik, kimiawi, dan mikrobiologi yang dapat menyebabkan kerusakan dan tidak dapat dikonsumsi (Lubis, 2009). Oleh karena itu diperlukan usaha yang dapat menghambat kerusakan bahan pangan agar masa simpan menjadi lebih lama. Berikut adalah beberapa contoh penyimpanan atau pengawetan yang diterapkan pada buah:

2.2.1 Pendinginan

Penyimpanan buah-buahan dan sayur-sayuran memerlukan temperatur yang optimum guna mempertahankan mutu dan kesegaran, salah satunya adalah dengan pengendalian suhu. Umumnya buah-buahan dapat disimpan pada suhu 0°C sampai 5°C, tetapi ada beberapa jenis tertentu yang memerlukan suhu yang tinggi. Namun, jika suhu yang akan digunakan tidak sesuai dengan buah yang akan disimpan, maka dapat menyebabkan kerusakan pada buah itu sendiri. Kerusakan (*chilling injury*) ditandai dengan munculnya bercak-bercak coklat/hitam, keropos, dan pada beberapa jenis buah tertentu terjadi perubahan warna (Afrianti, 2008).

Penyimpanan pendinginan pada buah dan sayur dapat dikombinasikan dengan beberapa metode yang telah lama dikenal, seperti pengendalian suhu. Contoh dari pengendalian suhu terbagi menjadi pengendalian atmosfer (*controlled atmosphere storage* atau CAS), penyimpanan dengan modifikasi atmosfer (*modified atmosphere storage* atau MAS), dan penyimpanan hipobarik (*hypobaric*

storage atau HS). Komposisi atmosfer ruang penyimpanan berpengaruh terhadap respirasi. Bila jaringan tumbuhan disimpan dalam ruangan yang tertutup rapat, maka proses respirasi akan menurun, sedangkan kadar CO₂ akan meningkat (Afrianti, 2008).

2.2.2 Pengemasan dengan Polietilen (PE)

Penguapan atau kehilangan air dapat dicegah dengan pemberian kemasan (pembungkus) pada bahan pangan. Salah satu kemasan yang sering digunakan sebagai pembungkus buah dan sayuran adalah polietilen (PE), misalnya plastik *wrap*. PE mempunyai permeabilitas yang cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pembungkus bahan pangan. Sifat lain yang dimiliki plastik PE antara lain memiliki daya tahan terhadap zat kimia, bersifat fleksibel, ulet, tidak berbau, tidak berasa dan harganya murah (Purwadi dkk, 2007). Faktor yang dapat mempengaruhi pengemasan produk antara lain suhu, kelembaban, waktu selama bahan pangan ada dalam kemasan, jenis dan berat produk yang akan dikemas, jenis dan tebalnya bahan pengemas, cara pengemasan, dan keadaan produk (Afrianti, 2008).

2.2.3 Penggunaan Kalium Permanganat (KMnO₄)

Kerusakan pada buah dan sayuran setelah dipanen merupakan masalah yang sampai saat ini masih sulit dipecahkan. Penganganan pascapanen diusahakan tidak mempengaruhi produk buah dan sayur, salah satunya adalah dengan KmnO₄. Penyerapan etilen KmnO₄ dalam aplikasinya berbentuk cairan sehingga butuh bahan penyerap lainnya. Bahan penyerap menjadi sangat penting karena KMnO₄ bersifat racun sehingga tidak boleh kontak langsung dengan produk (Pradhana

dkk, 2013). Penggunaan KMnO_4 dianggap mempunyai potensi yang paling besar, karena KMnO_4 bersifat tidak menguap dan tidak menimbulkan kerusakan pada buah sehingga kualitas buah terjaga (Kritianingrum, 2007).

2.2.4 Pelapisan Buah dengan Emulsi Lilin

Buah-buahan dan sayur-sayuran mempunyai selaput lilin alami yang terdapat dipermukaannya. Namun, selaput ini dapat hilang karena proses prapanen ataupun pascapanen. Kegiatan pascapanen berawal sejak bahan pangan diambil dari tanaman (panen) hingga sampai pada konsumen. Pelapisan lilin pada buah dapat mencegah terjadinya penguapan air sehingga dapat menghambat kelayuan dan laju reaksi enzimatik serta dapat mengkilapkan kulit buah sehingga menambah daya tarik konsumen. Selain itu, luka atau goresan yang terdapat dipermukaan buah akan tertutupi oleh lilin tersebut (Samad, 2006).

Jenis-jenis emulsi lilin yang biasa digunakan adalah lilin tebu (*sugarcane wax*), *terpen termoplastik*, serta emulsifier *tri-etanolamin* dan asam oleat (Samad, 2006). Sedangkan menurut Made (2001) Lilin yang banyak digunakan adalah *shellac* dan *carnauba* atau *beeswax* (lilin lebah) yang semuanya digolongkan sebagai *food grade*. Pelapisan lilin dilakukan untuk mengganti lilin alami buah yang hilang karena proses pencucian dan pembersihan serta membantu mengurangi kehilangan air dan memberikan perlindungan dari mikroorganisme pembusuk. Adapun cara pelapisan lilin menurut Samad (2006) adalah dengan teknik pembusaan (*foaming*), penyemprotan (*spraying*), pencelupan (*dipping*), dan penyikatan (*brushing*).

2.3 Edible Coating

2.3.1 Pengertian Edible Coating

Edible coating atau *edible film* adalah suatu lapisan tipis yang dibuat dari penambahan bahan pelapis pada permukaan bahan pangan sebagai pengganti lapisan lilin yang hilang dan menjadi penghalang pertukaran gas (Misir *et al.*, 2014). Sifat penghalang pada *edible coating* dapat memperlambat transfer gas, uap air dan senyawa volatil yang kemudian memodifikasi atmosfer sehingga mengurangi respirasi, penuaan, kehilangan aroma, mempertahankan uap air dan menunda perubahan warna (Aminudin dkk, 2014). Ketebalan *film* akan mempengaruhi permeabilitas gas dan uap air. Semakin tebal *edible coating* maka permeabilitas gas dan uap air semakin kecil dan melindungi produk yang dikemas dengan baik (Rahcmawati, 2009). Cara penggunaan *edible coating* dapat langsung dilakukan pada permukaan bahan makanan seperti pencelupan, penyemprotan, dan penyikatan (Misir *et al.*, 2014).

2.3.2 Jenis Edible Coating

Edible coating terbagi menjadi tiga golongan, yaitu hidrokoloid, lipid, dan komponen campurannya. Hidrokoloid yang cocok diantaranya protein, derivat selulosa, alginat, pektin, pati, dan sakarida. Lipid yang cocok adalah lilin, asilgliserol, dan asam lemak. Sedangkan pelapis campuran dapat berbentuk *bi-layer*, dimana lapisan yang satu hidrokoloid bercampur dalam lapisan hidrofobik (Aminudin dkk, 2014). *Edible coating* yang sering digunakan dapat dibuat secara kimia dan secara alami dengan memanfaatkan bahan-bahan dari alam. Berikut ini contoh dari pembuatan *edible coating*.

a) *Edible coating* kimia

Edible coating dari bahan kimia dibuat dengan menggunakan emulsi lilin yang diperoleh dari toko kimia.

b) *Edible coating* alami

Edible coating dari bahan alami diperoleh dengan memanfaatkan bahan dari alami misalnya daun randu, daun cincau, dan lidah buaya. Tumbuhan randu mengandung polifenol, saponin, damar yang pahit, hidrat arang (pada daun), dan minyak (pada biji). Senyawa saponin dalam randu dapat berperan sebagai zat antimikroba yang dapat menyebabkan kerusakan pada dinding sel bakteri. Daun cincau memiliki komponen penyusun seperti karbohidrat, saponin, lemak, kalium, fosfor, vitamin A dan B, dan polisakarida pektin. Pektin merupakan kelompok hidrokoloid yang dapat dibuat menjadi *edible coating* (Aminudin dkk, 2014).

Sedangkan pada lidah buaya senyawa yang terkandung didalamnya seperti antrakuinon, saponin dan emodin dapat dijadikan sebagai *edible coating*. Sesuai dengan penelitian terdahulu bahwa gel lidah buaya berhasil memperpanjang umur simpan buah belimbing selama 21 hari pada konsentrasi 1% dengan teknik pencelupan selama 5 menit (Mardiana, 2008). Gel lidah buaya tidak berbau, tidak berwarna, dan tidak berasa, sehingga dapat diaplikasikan pada buah dan sayuran.

2.4 Lidah Buaya

Lidah buaya merupakan tumbuhan liar yang biasa ditanam dipekarangan rumah sebagai tanaman hias. Berasal dari kepulauan Canary disebelah barat Afrika dan tersebar di Indonesia melalui petani keturunan Cina. Terdapat sekitar 4000 spesies dari 240 genus yang ada di bumi ini, namun hanya sekitar 300

spesies yang baru teridentifikasi, mulai dari yang beracun hingga yang bermanfaat bagi manusia (Widianti, 2003). Lidah buaya termasuk dalam 10 tanaman yang terlaris didunia karena manfaat dan kandungannya yang kompleks membuatnya banyak diminati.

2.4.1 Sistematika Lidah Buaya

Menurut Direktorat Obat Asli Indonesia (2008) taksonomi tanaman lidah buaya diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisi : Spermatophyta
Sub Divisi : Angiospermae
Kelas : Monocotylodoneae
Bangsa : Liliales
Suku : Liliaceae
Marga : Aloe
Jenis : *Aloe vera* (L) Burm. f.

2.4.2 Morfologi Lidah Buaya

Lidah buaya (*Aloe vera*) memiliki bunga berwarna kuning atau kemerahan berbentuk seperti pipa yang mengumpul dan keluar dari ketiak daun. Bunganya berukuran kecil, tersusun dalam rangkaian berbentuk tandan, panjangnya bisa mencapai 60-100 cm. Namun, bunga *Aloe vera* hanya akan muncul ketika tanaman tersebut ditanam didaerah pegunungan (Idris, 2013).



Gambar 2.1. Lidah Buaya

Aloe vera mempunyai batang yang tidak terlihat (pendek) karena sebagian tertutup oleh daun-daun yang rapat dan sebagian terbenam dalam tanah (Idris, 2013) sehingga sulit dilihat secara langsung. Batang tanaman ini berbentuk bulat dan bersifat *monopodial*. Tunas-tunas baru akan muncul dari batang tersebut dan menjadi anakan (Purbaya, 2003). Batang *Aloe vera* dapat distek untuk memperbanyak tanaman dan peremajaan dilakukan dengan memangkas habis daun dan batang, kemudian sisa dari batang akan tumbuh tunas baru (Idris, 2013).

Daun lidah buaya merupakan daun tunggal, berdaging tebal (kurang lebih 1 – 2,5 cm untuk yang berumur 12 bulan) dan tidak memiliki tulang daun (Purbaya, 2003). Permukaan daunnya berlapis lilin putih, berwarna hijau, berbentuk lanset (taji) dengan ujung meruncing dan pangkalnya menggembung pada tepian daun bergerigi/berduri kecil (Sari, 2005). Sedangkan akar lidah buaya berupa akar serabut yang pendek dan berada disekitar permukaan tanah sehingga pada musim kemarau embun yang menempel pada tanah akan mudah diserap (Idris, 2013).

2.4.3 Kandungan dan Manfaat Lidah Buaya

Lidah buaya memiliki kandungan nutrisi yang sangat kompleks dan bermanfaat, seperti senyawa antrakuinon, mineral, enzim dan lain sebagainya. Pengelompokan kandungan lidah buaya berdasarkan kelas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1. Kandungan Lidah Buaya (*Aloe vera*)

<i>Class</i>	<i>Compounds</i>
<i>Anthraquinones</i>	<i>Aloin/Barb-aloin, Isobarba-aloin, Aloe-emodin, Emodin, Aloetic acid, Ester of cinnamisis acid, Anthranol, Chrysophanic acid, Resistannol Anthracene, Ethereal oil.</i>
<i>Vitamin</i>	<i>B1, B2, B6, A-Tocopherol, β-Carotene, Choline, Folic acid, Ascorbic acid.</i>
<i>Enzymes</i>	<i>Cycle-oxygenase, Oxidase, Amylase, Catalase, Lipase, Alkaline-phosphatase, Carboxy-peptidase</i>
<i>Miscellaneous</i>	<i>Cholesterol, Steroids, Tricylglycerides, β-Siterol, Lignins, Uric acid, Gibberellin, Lectin like substances, Salicylic acid, Arachidonic acid.</i>
<i>Saccharides</i>	<i>Mannose, Glucose, L-Rhamnose, Aldo-Pentose.</i>
<i>Carbohydrates</i>	<i>Cellulose, Acetylated mannan, Arabinogalactan, Xylan, Pure Mannan, pectic substance, glucomannan, Glucogalc-tomannan, Galactan.</i>
<i>Inorganic Compounds</i>	<i>Calcium, Sodium, Chlorine, Manganase, Zinc, Chromium, Copper, Magnesium, Iron.</i>
<i>Non-Essential Amino Acids</i>	<i>Histidine, Arginine, Hydroxyproline, Aspartic Acid, Glutamic Acid, Proline, Glycine, Alanine.</i>
<i>Essential Amino Acids</i>	<i>Lysine, Threonine, Valine, Leucine, Iso-leucine, Phenyl-alanine, Methionine.</i>

Sumber : Serrano *et al.*, (2006)

Aloe vera dikenal sebagai tanaman ajaib yang banyak dimanfaatkan dalam perawatan kesehatan, kecantikan, dan pengobatan. Dibiidang kosmetika *Aloe vera* digunakan sebagai bahan pembuatan *make-up*, *moisturizer*, sabun, *sunscreen*, sampo dan *lotion*. Bidang kesehatan dapat membantu mengobati radang usus

besar, batuk, luka tembak, bisul, radang lambung, diabetes, kanker, sakit kepala, radang sendi, defisiensi sistem-imun, dan lain sebagainya (Rajeswari *et al.*, 2012).

Selain itu, gel *Aloe vera* merupakan salah satu pelapis terbaik yang telah terbukti secara biologis dapat digunakan sebagai pengawet pada berbagai macam makanan, hal ini dikarenakan. Kandungan dari lapisan pembentuk, senyawa antimikroba, *biodegradable* dan kandungan biokimia. Penyusun utama kandungan biokimia adalah polisakarida dan metabolisme yang bertindak sebagai penghalang alami untuk kelembaban dan oksigen. Gel *Aloe vera* dapat memperpanjang masa simpan buah dan sayur dengan memperkecil laju respirasi dan memelihara mutu buah dan sayuran (warna, rasa, dan lain sebagainya) serta sifat antijamur dan antibakteri yang dapat mempertahankan buah dan sayur dari kerusakan (Misir *et al.*, 2014).

2.4.4 Bahan Pengawet

Penggunaan *Aloe vera* sebagai bahan *edible coating* pada buah dan sayuran disebabkan karena dapat mencegah hilangnya kelembaban dan kekerasan bahan pangan, mengendalikan laju respirasi, menunda dan menghambat proses pemasakan, menunda efek *browning* dan mengurangi mikroorganisme dalam buah dan sayur (Kumar *et al.*, 2014). Produk ini tidak mempengaruhi tampilan, rasa, warna dan bau (Misir *et al.*, 2014). Sehingga produk ini aman digunakan dan merupakan salah satu alternatif pengawet alami yang dapat dikembangkan.

Komponen senyawa antimikroba pada lidah buaya dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroba seperti bakteri (antibakterial), jamur (anti jamur, virus (antivirus), atau parasit (antiparasit). Misalnya kandungan senyawa

antrakuinon, saponin, dan emodin. Antrakuinon dikenal sebagai senyawa antimikroba yang dapat melawan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dengan menghambat sistem transportasi pada membran (Lone *et al.*, 2009). Saponin mampu menghambat pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa* secara *in vitro* dan membunuh kuman (Rahayu, 2006). Sedangkan emodine terbukti efektif melawan beberapa bakteri gram positif (Misir *et al.*, 2014).

Efektivitas suatu zat antimikroba dipengaruhi oleh konsentrasi zat yang diberikan (Brooks *et al.*, 2007). Meningkatnya konsentrasi ekstrak mengakibatkan tingginya kandungan bahan aktif yang berfungsi sebagai antrimikroba sehingga kemampuan untuk menghambat pertumbuhan mikroba semakin besar. Selain faktor konsentrasi, jenis bahan antimikroba juga menentukan kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri (Ajizah, 2004).

2.5 Tomat

2.5.1 Sistematika Tanaman Tomat

Tomat (*Lycopersicum esculentum*) adalah tanaman semusim yang berasal dari Amerika Latin yang dapat tumbuh didataran rendah maupun dataran tinggi. Tomat memiliki warna yang menarik, yaitu mulai dari hijau hingga kemerahan, tomat yang berwarna merah mengandung 5 kali lebih banyak vitamin A dibandingkan dengan tomat yang berwarna hijau, sehingga disarankan untuk mengonsumsi tomat yang berwarna merah (Rizqi, 2011). Sedangkan untuk vitamin C terdapat lebih banyak pada tomat yang berwarna hijau, karena tomat hijau matang mengandung zat pati yang lebih tinggi dan akan terurai menjadi asam organik pada proses respirasi maupun enzim pektinase (Hartuti, 2006).

Selain dapat dikonsumsi dalam bentuk segar, buah tomat dapat dinikmati dalam bentuk olahan seperti sari tomat, pasta tomat, *puree* tomat, saos tomat, jus tomat, dan manisan tomat (Kailaku dkk, 2007).

Tomat memiliki banyak manfaat, salah satunya di dalam industri kecantikan, banyak masker dan pil anti penuaan yang berbahan dasar tomat. Hal ini dikarenakan kandungan likopen pada tomat mampu memperbaiki dan mempertahankan jaringan kolagen kulit. Zat lain seperti tomatin yang bersifat antiinflamasi yang dapat menyembuhkan luka dan jerawat. Selain itu mengonsumsi tomat setiap hari dipercaya dapat meningkatkan kemampuan kulit untuk melindungi diri dari sinar ultra-violet yang berbahaya (Dewanti dkk, 2010).

Klasifikasi tanaman tomat menurut Pudjiatmoko (2008) adalah sebagai berikut:

Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotylodoneae
Ordo	: Solanales
Family	: Solanaceae
Genus	: <i>Lycopersicon</i>
Spesies	: <i>Lycopersicon esculentum</i>
Nama binomial	: <i>Lycopersicum esculentum</i> L.

2.5.2 Morfologi Buah Tomat

Tanaman tomat berbentuk perdu atau semak dengan tinggi dapat mencapai 2 meter. Tomat termasuk tanaman semusim (*annual*) yang berarti umurnya hanya untuk satu periode panen, yaitu sekitar 4 bulan (Leovini, 2012). Dapat tumbuh dengan baik didataran tinggi sampai dataran rendah, dengan media lahan kering maupun lahan bekas sawah, dengan pH antara 5,5 sampai 6,5 (Adiyoga *et al*, 2004). Tomat memiliki akar tunggang yang dapat menembus tanah dan akar serabut yang menyebar ke segala arah (Leovini, 2012).



Gambar 2.2 Buah Tomat

Batang tanaman tomat bentuknya persegi hingga bulat, lunak atau tidak sekeras tanaman tahunan tetapi cukup kuat. Pada permukaan batang banyak ditumbuhi rambut halus (berbulu) dan diantara bulu-bulu tersebut ada yang memiliki kelenjar. Bulu atau rambut tersebut berwarna hijau keputihan, sedangkan pada batangnya berwarna hijau. Pada bagian ruas batang mengalami penebalan dan dapat bercabang pada batangnya (Leovini, 2012).

Bunga tanaman tomat berukuran kecil, berdiameter sekitar 2 cm berwarna kuning cerah. Kelopak bunga berjumlah 5 buah berwarna hijau pada bagian pangkal bunga dan termasuk bunga sempurna (Isminingsih, 2008). Mahkota

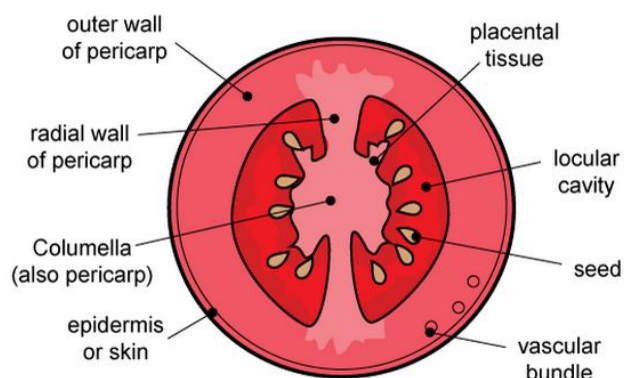
bunganya berbentuk bintang, berjumlah 6 dan berwarna kuning muda (Leovini, 2012). Tersusun dalam tandan-tandan bunga (*rosemosa*) berjumlah 4-12 bunga per tandan (Sutini, 2008). Penyerbukan bunga dilakukan secara mandiri ataupun silang dengan bantuan lebah.

Daun pada tanaman tomat berbentuk oval dan letaknya berseling (saling silang mengelilingi batang tanaman). Bagian ujung daun berbentuk runcing namun pangkalnya membulat, bagian tepi daun bergerigi membentuk celah-celah yang menyirip melengkung ke dalam. Daun berwarna hijau dengan jumlah antara 5 sampai 7 helai, disela-sela daun muncul 1 sampai 2 pasang daun kecil (Leovini, 2012).

Buah tomat termasuk buah buni, berdaging dengan bentuk dan ukuran yang beragam, serta memiliki biji yang terkandung didalamnya (Sutini, 2008). Kulit buah tomat berwarna hijau saat masih muda dan berwarna merah ketika sudah masak, penyebabnya adalah kandungan likopen dan betakaroten. Komponen tertinggi dalam buah tomat adalah air, yaitu sekitar 93% dan termasuk dalam buah klimakterik artinya pemanenan buah tidak harus menunggu ketika buah matang, karena tomat dapat matang dengan sendirinya (Hartuti, 2006).

Proses pertumbuhan buah pada tomat adalah dari terbentuknya buah, buah kecil, membesar hingga ukurannya tidak bertambah lagi, kemudian terjadi perubahan warna buah yang dapat terlihat sebagai ukuran kematangan. Perubahan warna terjadi dari hijau, hijau kekuningan, kuning kemerahan, hingga merah merata (Mutiarawati, 2007). Selain itu, buah tomat memiliki beberapa bagian yang kompleks dan mempunyai peran masing-masing. Bagian-bagian buah tomat

terdiri dari eksokarp (lapisan terluar yang mengandung zat warna terdiri dari dinding perikarp dan kulit buah), mesocarp (lapisan dalam yang berupa selaput terdiri dari parenkim dan lapisan bersel), dan endocarp (lapisan paling dalam yang terdiri dari biji, plasenta, dan *columella*) (Jones, 2008).



Gambar 2.3 Bagian-bagian Buah Tomat

2.5.3 Kandungan Buah Tomat

Tomat termasuk komoditi yang banyak dikonsumsi baik sebagai bumbu masakan ataupun produk olahan lainnya. Berikut ini adalah tabel kandungan gizi yang terdapat dalam buah tomat matang:

Tabel 2.2 Kandungan gizi buah tomat segar (matang) tiap 180 gram bahan

Nutrien	Jumlah	Kebutuhan per hari (%)	Kepadatan nutrisi
Vitamin C	34,38 mg	57,3	27,3
Vitamin A	1121,40 IU	22,4	10,7
Vitamin K	14,22 mcg	18,8	8,5
Molybdenum	9,00 mcg	12,0	5,7
Kalium	399,6 mg	11,4	5,4
Mangan	0,19 mg	9,5	4,5
Serat	1,98 g	7,9	3,8
Kromium	9,00 mcg	7,5	3,6
Vitamin B1 (thiamine)	0,11 mg	7,3	3,5
Vitamin B6 (pyridoxine)	0,14 mg	7,0	3,3
Folat	27,00 mcg	6,8	3,2
Tembaga	0,13mg	6,5	3,1
Vitamin B3 (niacin)	1,13 mg	5,6	2,7
Vitamin B2 (riboflavin)	0,09 mg	5,3	2,5

Magnesium	19,80 mg	5,0	2,4
Besi	0,81 mg	4,5	2,1
Vitamin B5 (asam pantotenat)	0,44 mg	4,4	2,1
Phospor	43,20 mg	4,3	2,1
Vitamin E	0,68 mg	3,4	1,6
Tryptophan	0,01 g	3,1	1,5
Protein	1,53 g	3,1	1,5

Sumber: Maulida dkk (2010).

Selain itu buah tomat juga mengandung senyawa likopen dalam jumlah yang cukup tinggi. Kandungan likopen pada tomat segar sebesar 3,1 mg sampai 7,7 mg per 100 gr buah. Selain memberikan warna merah pada buah tomat, likopen terbukti efektif sebagai antioksidan (Dewanti, 2010) dan kemampuan mengendalikan radikal bebas 100 kali lebih efisien daripada vitamin E serta dapat mencegah penyakit *cardiovascular*, kencing manis, osteoporosis, *intertility* dan kanker terutama kanker prostat (Maulida dkk, 2010). Kandungan likopen dalam buah tomat bervariasi dan bergantung pada tingkat kematangan saat dipanen, serta peningkatan pigmen warna merah pada buah (Arifulloh, 2013).

2.5.4 Jenis-jenis Tomat

Tanaman tomat mempunyai beberapa varietas yang memiliki keunggulan masing-masing, misalnya dalam hal produksi, ketahanan terhadap hama dan penyakit, serta daya adaptasi terhadap lingkungan. Menurut Cahyono (2008) adapun varietas-varietas tomat unggul yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dipasaran antara lain adalah Varietas *Golden Pearl*, Varietas *Season Red*, Varietas *Lovely Red*, Varietas *Fortune*, Varietas *Farmers 209*, Varietas *Farmers 301*, Varietas *Kingkong*, Varietas *Ratna*, Varietas *New Wonder No. 4*, Varietas *Moneymaker*, Varietas *Kada*. Sedangkan menurut Pracaya (1998) jenis tomat

yang banyak dijumpai di pasaran adalah Tomat *Ratna*, Tomat *Intan*, *Luxor*, *Scorpio*, *Grosse Lisse*, *Marmande*, dan *Tropis*.

2.5.5 Pembusukan Buah Tomat

Tomat setelah masa panen umumnya disimpan dalam kulkas agar bertahan lama. Tomat sendiri termasuk buah klimaterik, yaitu buah yang tetap mengalami peningkatan respirasi setelah dipanen seiring dengan matang buah. Selama proses pematangan proses yang terjadi antara lain peningkatan respirasi, kadar gula reduksi dan kadar air, sedangkan tingkat keasaman turun dan tekstur buah menjadi lunak. Komponen tertinggi dalam tomat adalah air yaitu sekitar 93%, oleh sebab itu tomat termasuk bahan yang mudah rusak (Purwadi dkk, 2007).

Kerusakan pascapanen pada buah tomat meliputi kerusakan mikrobiologis, mekanis, fisik, biologis, fisiologis, kimia. Kerusakan mikrobiologis dapat terjadi karena bakteri, khamir, dan kapang. Kerusakan mekanis terjadi akibat benturan-benturan selama pemanenan maupun selama penyimpanan. Kerusakan fisik diakibatkan perlakuan fisik misalnya *case hardening* dan *chilling injuries*. Kerusakan biologis disebabkan oleh reaksi enzim atau bahan yang terdapat didalam bahan itu sendiri. Kerusakan fisiologis diakibatkan oleh insekta atau hewan pengerat serta kondisi lingkungan misalnya suhu dan sinar matahari. Sedangkan kerusakan kimia dapat terjadi karena *coating*, adanya perubahan pH dan penambahan bahan kimia lainnya (Susiwi, 2009).

Selain itu, kerusakan juga dapat disebabkan karena kandungan air, pH, suhu, mineral dan kandungan oksigen ditempat penyimpanan dapat mempercepat kerusakan pada bahan pangan (Susiwi, 2009). Kandungan air yang tinggi dapat

mengakibatkan daya simpan yang rendah, susut bobot yang tinggi akibat penguapan, pernafasan, perubahan fisik (keriput) pertumbuhan mikroba, serta perubahan fisikokimia buah menjadi cepat (Hartuti, 2006). Jika tidak disimpan dengan baik maka tomat akan mudah mengalami kerusakan, besarnya kerusakan setelah pemanenan pada buah tomat berkisar antara 20-50% (Dewanti dkk, 2010).

2.5.6 Mutu Buah

Mutu adalah suatu hal yang memberikan nilai dan biasanya menjadi unggulan suatu komoditas yang dapat mendefinisikan sifat dan karakteristik berdasarkan tingkat kesenangan (Wisnu, 2011). Mutu dibagi menjadi dua macam yaitu, mutu eksternal atau mutu yang dapat diindra misalnya dilihat dan diraba tanpa harus dirasa oleh konsumen, contohnya seperti warna, bentuk, bau, aroma, dan keutuhan. Mutu internal atau dapat dideteksi dengan mencicipi produk, contohnya cita rasa, tekstur, dan *mouthfeel* serta jumlah/kuantitas, komposisi dan kelengkapan zat gizi didalamnya (Hariyadi, 2009).

Tabel 2.3. Pengelompokan Mutu Buah Berdasarkan Sasarannya

Petani	Pedagang besar (Wholesaler)	Pengecer	Konsumen
Warna	Warna	Warna	Warna
Ukuran	Ukuran	Ukuran	Ukuran
Bentuk	Bentuk	Bentuk	Bentuk
Hasil tinggi	Kekerasan	Kekerasan	Kelembutan tekstur
Tahan penyakit	Masa simpan	Masa simpan	Nilai nutrisi
Mudah dipanen	Keamanan	Keamanan	Keamanan
Respon terhadap pemasakan terkendali	Ada-tidaknya cacat	Ada-tidaknya cacat	Cita rasa
Dapat ditransportasi dengan mudah	Dapat ditransportasi dengan mudah	Dapat ditransportasi dengan mudah	Ada-tidaknya cacat

Sumber: Made & Nyoman (2013)

Kriteria mutu dan metode evaluasinya dapat dibagi menjadi beberapa macam yaitu, 1) *Mutu penampakan* (visual) yang terbagi dalam ukuran (dimensi, berat, dan volume), bentuk, warna, kondisi (ada/tidaknya cacat atau kerusakan). 2) *Mutu tekstur* (*mouthfeel*) yang terbagi dalam kekerasan (keempukan dan kerenyahan), kealotan dan kesegaran. 3) *Mutu flavor* yang terbagi menjadi tingkat kemanisan, kemasaman (pH), tingkat rasa sepat dan rasa pahit, aroma. 4) *Nilai gizi* (berupa kadar karbohidrat, serat kasar, lemak, protein, vitamin, dan mineral). 5) *Faktor keamanan* (dapat membahayakan atau tidaknya suatu produk) (Hariyadi, 2009).

Faktor lain yang dapat mempengaruhi mutu buah dapat dibedakan menjadi 2 yaitu, faktor prapanen dan faktor pascapanen. Menurut Made dan Nyoman (2013) faktor prapanen terdiri dari genotipe kultivar dan *rootstock*, kondisi iklim selama masa panen, praktik budaya dan populasi tanaman. Faktor pascapanen terdiri dari waktu panen dan tingkat kematangan, serta perlakuan pascapanen. Sedangkan menurut Hariyadi (2009) faktor prapanen meliputi penyediaan benih/bibit tanaman, agroklimat atau lingkungan tempat tumbuh tanaman, budidaya/cara bercocok tanam yaitu, pengolahan tanah, penanaman, pemupukan-pengairan, hama-penyakit, serta pengendalian-pemangkasan dan pembentukan tanaman. Faktor pascapanen yaitu tingkat ketuaan/umur buah, pemanenan, penanganan pascapanen yang terbagi dari pencucian, *curing*, *degreening*, *waxing*, dan *pre-cooling* (Wisnu, 2011).

2.6 Penanganan Pascapanen Buah Tomat

Tomat masih melakukan proses hidup (metabolisme) selama proses penyimpanan salah satunya adalah respirasi. Respirasi merupakan proses metabolisme yang sangat penting, terutama dalam perubahan-perubahan kimiawi maupun perubahan yang menjurus pada kerusakan/pembusukan. Hal ini dikarenakan saat melakukan respirasi terjadi perombakan senyawa-senyawa yang menimbulkan panas sehingga proses kemunduran seperti kehilangan air, pelayuan, dan pertumbuhan mikroorganisme akan semakin meningkat (Made, 2001). Selain itu terjadinya proses metabolisme akan berpengaruh terhadap umur simpan, makin tinggi kecepatan metabolisme maka semakin pendek umur simpan (Hartuti, 2006).

Selain respirasi penyebab lain kerusakan yang terjadi pada buah tomat adalah saat pendistribusian (transportasi), yang biasanya menggunakan truk. Saat terjadinya pengangkutan, tomat mengalami getaran dan tekanan yang menyebabkan luka memar. Kondisi jalan maupun gesekan antar buah serta gesekan buah dengan kemasan selama perjalanan dapat mengakibatkan perubahan respirasi dan komposisi membran sel yang berakibat pada kerusakan buah. Selain itu, waktu juga sangat mempengaruhi mutu buah, semakin lama periode antara panen dan konsumsi maka semakin besar susut mutu buah (Made dan Nyoman, 2013).

Serangan hama bakteri/penyakit yang dapat merusak tanaman tomat, serta dapat memperburuk tampilan buah. Bakteri yang teridentifikasi menyerang buah tomat adalah *Xanthomonas* yang menyebabkan bercak dan *Pseudomonas*

solanacearum yang menyebabkan layu bakteri. Cendawan yang menyerang adalah *Alternaria solani* yang menyebabkan bercak kering (Srinivasan, 2010). Inveksi *Fusarrium oxysporum* terjadi pada jaringan pembuluh sehingga dapat menghambat translokasi air dan unsurhara yang mengakibatkan tanaman mati (Istifadah dkk, 2008). Sedangkan virus yang menyerang tomat adalah *Tobacco Mosaic Virus* (TMV), *Cucumber Mossaic Virus* (CMV), *Potato Virus X* (PVX), *Tobacco Ring Spot Virus* (TRSV), *Tomato Yellow Net Virus* (TYNV), dan *Tomato Spotted Wilt Virus* (TSWV) (Setiawati dkk, 2001).

2.7 Hubungan Lama Penyimpanan dan Konsentrasi Lidah Buaya Terhadap Mutu Buah pada Buah Tomat

Lama penyimpanan merupakan selang waktu antara produksi hingga konsumsi, dimana produk (buah) masih dalam kondisi yang memuaskan konsumen berdasarkan karakteristik kenampakan rasa, aroma, tekstur, dan nilai gizi (Mussadad, 2011). Selama proses penyimpanan buah tetap mengalami proses metabolisme dan perubahan-perubahan yang dapat mempengaruhi mutu. Perubahan yang umumnya terjadi dapat secara fisik maupun kimiawi. Secara fisik, perubahan yang terjadi berupa perubahan pada warna dan tekstur. Sedangkan secara kimiawi dapat berupa perubahan pada kadar air, kandungan gula, kandungan vitamin dan asam-asam organik lainnya.

Perubahan warna pada buah tomat selama penyimpanan terjadi mulai dari hijau semburat kuning, kuning, oranye dan merah. Buah tomat akan memproduksi lebih banyak likopen sehingga produksi akan karoten dan xantofil menjadi berkurang dan menyebabkan warna menjadi merah (Kismaryanti, 2007). Selain

itu perubahan yang terjadi adalah pada tingkat kekerasan yang akan menjadi semakin rendah apabila buah tomat semakin matang.

Susut bobot buah adalah kehilangan air dari dalam buah yang diakibatkan proses respirasi dan transpirasi pada buah. Buah tomat memiliki laju respirasi yang tinggi sehingga kandungan total asamnya lebih sedikit yang dapat menyebabkan pH pada buah menjadi tinggi. Saat penyimpanan buah tomat cenderung mengalami kenaikan kandungan gula yang kemudian disusul dengan penurunan mutu buah, perubahan kadar gula tersebut mengikuti pola respirasi selama penyimpanan (Wills, 2007).

Konsentrasi filtrat dari *Aloe vera* membuat laju respirasi dan transpirasi menjadi terhambat. Proses respirasi adalah proses pemecahan komponen organik menjadi produk yang lebih sederhana. Semakin tinggi laju respirasi maka semakin cepat pula perombakan yang terjadi sehingga mempercepat kemunduran produk (Made, 2001). Sedangkan proses transpirasi terjadi karena penguapan air atau pertukaran gas yang terjadi dalam sel, baik melalui stomata, lentisel maupun retakan kultikula. Selain itu terjadinya proses metabolisme akan berpengaruh terhadap umur simpan, makin tinggi kecepatan metabolisme maka semakin pendek umur simpan (Hartuti, 2006).

Penghambatan metabolisme ini dapat terjadi karena proses atau cara pengaplikasian filtrat pada buah, misalnya pencelupan. Pencelupan buah dalam filtrat membuat buah terlapisi secara sempurna sehingga lubang atau luka tertutup dan proses metabolisme seperti pertukaran gas terhambat. Selain itu filtrat *Aloe vera* memiliki kandungan senyawa antimikroba yang sangat efektif dalam

melawan bakteri, misalnya antrakuinon dikenal sebagai senyawa antimikroba yang dapat melawan *Staphylococcus aureus* dan *E. coli* dengan menghambat sistem transportasi pada membran (Lone *et al.*, 2009). Saponin mempunyai efek dapat membunuh kuman (Rahayu, 2006) sedangkan emodine terbukti efektif melawan beberapa bakteri gram positif (Misir *et al.*, 2014).

Mekanisme yang menyebabkan penghambatan dalam pertumbuhan bakteri disebabkan karena adanya interaksi senyawa fenol dan turunannya dengan sel bakteri. Senyawa ini berikatan dengan protein pada bakteri dan membentuk ikatan protein-fenol. Pada konsentrasi rendah, protein-fenol mengalami peruraian, merusak sitoplasma dan menyebabkan kebocoran isi sel, sehingga pertumbuhan bakteri terhambat. Sedangkan pada konsentrasi tinggi, zat tersebut berkoagulasi dengan protein dan membran sitoplasma mengalami lisis. Senyawa fenol masuk ke dalam membran bakteri melewati dinding sel bakteri dan membran sitoplasma, dalam sel bakteri senyawa fenol menyebabkan denaturasi (penggumpalan) protein penyusun protoplasma sehingga metabolisme menjadi inaktif dan pertumbuhan bakteri menjadi terhambat (Ariyanti dkk, 2012).

Penggunaan *Aloe vera* sebagai *edible coating* memiliki bermacam dampak yang menguntungkan pada buah seperti memberikan tampilan yang mengkilap, memperlambat susut bobot, memperpanjang masa simpan buah, dan mencegah tumbuhnya mikroba pembusuk. Pemanfaatan *Aloe vera* sebagai *edible coating* tergantung pada komposisinya (Dang *et al.*, 2008). Semakin tinggi konsentrasi suatu bahan antibakteri maka aktivitas antibakterinya semakin kuat (Lingga & Rustama, 2005). Selaras dengan pendapat Rahcmawati (2009) semakin tebal

lapisan *edible coating* maka permeabilitas gas dan uap air akan semakin kecil dan melindungi produk yang dikemas dengan baik.

2.8 Media Pembelajaran

Fungsi media mulanya dikenal sebagai alat peraga atau sebagai alat bantu dalam pembelajaran. Namun seiring perkembangan teknologi, fungsi dari media mengalami perkembangan. Menurut Arsyad (2002) fungsi dari media dibagi menjadi beberapa yaitu, sebagai fungsi atensi (menarik dan mengarahkan perhatian siswa), fungsi afektif (kenyamanan siswa dalam belajar), fungsi kognitif (memperlancar penyampaian materi), dan fungsi kompensatoris (mengakomodari siswa).

Penggunaan media sangat dibutuhkan untuk membantu penyampaian materi dan komunikasi dengan siswa, meningkatkan pemahaman materi serta dapat meningkatkan sisi kreativitas guru. Guru yang dianggap serba bisa dapat memancing minat dan membangkitkan semangat belajar siswa dengan penggunaan media, sehingga siswa termotivasi dan memperoleh hasil belajar yang tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sudjana (2006) yang menyatakan bahwa salah satu alasan penggunaan media pembelajaran dapat mempertinggi proses dan hasil belajar siswa juga dapat merangsang taraf berfikir siswa.

2.8.1 Jenis Media Pembelajaran

Media dalam proses pembelajarannya menurut Fransisca (2014) dapat dikelompokkan menjadi 4 kelompok besar, yaitu:

1. Media audio

Media audio adalah media yang hanya melibatkan indera pendengaran dan hanya mampu memanipulasi kemampuan suara semata. Contoh dari media audio adalah *phonograf (Gramophone)*, *open reel tapes*, *cassette tapes*, *compact disk*, dan *radio*.

2. Media visual

Media visual adalah media yang hanya melibatkan indera penglihatan. Jenis-jenis media visual adalah gambar, diagram, grafik, bagan, peta, modul, buku, grafis, majalah dan jurnal, komik, poster, dan papan visual.

3. Media audio visual

Media audio visual adalah media yang melibatkan dua indera sekaligus yaitu indera pendengaran dan indera penglihatan. Jenis-jenis media audio visual yaitu, film, video, dan televisi.

4. Multimedia

Multimedia adalah media yang melibatkan berbagai indera dalam sebuah proses pembelajaran. Multimedia juga berarti perpaduan berbagai media, berupa teks, gambar, grafik, sound, animasi, video, interaksi, dan lain-lain yang dikemas menjadi file digital, digunakan sebagai penyampai pesan pada publik. Contohnya adalah powerpoint dan makromedia flash (Munadi, 2013).

2.8.2 Teknik Memilih Media Pembelajaran

Pemilihan media pembelajaran yang akan digunakan dalam proses pembelajaran dikelas sebaiknya disesuaikan dengan beberapa pertimbangan atau kriteria tertentu. Menurut Hamalik (2001) pemilihan kriteria yang sesuai adalah

sebagai berikut: 1) tujuan pengajaran; 2) bahan pengajaran; 3) metode mengajar; 4) ketersediaan alat yang dibutuhkan; 5) pribadi pengajar; 6) minat dan kemampuan pembelajar; 7) situasi pembelajaran yang sedang berlangsung. Selain itu, pemilihan media pembelajaran juga dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu tersedianya tempat, fasilitas, kepraktisan, dan faktor efektifitas serta efisiensi biaya (Sanaky, 2009).

2.8.3 Media Audiovisual

Media audiovisual merupakan alat peraga yang bersifat dapat didengar dan dilihat yang dapat membantu siswa dalam proses pembelajaran. Memiliki fungsi untuk memperjelas atau mempermudah memahami materi yang sedang dipelajari. Kemampuan media ini dianggap lebih baik dan lebih menarik dibandingkan dengan media lain, sebab mengandung kedua unsur jenis media yaitu dapat didengar (audio) dan dapat dilihat (visual). Adapun karakteristik media audiovisual yaitu bersifat linier, menyajikan tampilan (visual) yang dinamis, dapat digunakan dengan cara yang telah ditentukan sebelumnya oleh perancang, merupakan representasi fisik dari gagasan real atau abstrak, dikembangkan menurut prinsip psikologis behaviorisme dan kognitif dan berorientasi pada guru (Fannani, 2009).

Peranan media tidak akan terlihat jika penggunaannya tidak sejalan dengan isi dari tujuan pembelajaran. Oleh karena itu, tujuan pembelajaran harus dijadikan acuan untuk menggunakan media. Adapun keuntungan penggunaan media audio visual dalam proses belajar yaitu, proses belajar-mengajar didalam kelas akan lebih menarik, memunculkan sifat kreativitas dalam diri siswa, hasil belajar siswa

akan lebih baik, siswa menjadi lebih mudah memahami materi yang disampaikan, meningkatkan ilmu pengetahuan dan teknologi (Nisa' dkk, 2013).

Sedangkan fungsinya media audiovisual terdiri dari 4 yaitu, fungsi atensi (menarik perhatian dengan teks dan suara yang ditampilkan, fungsi afektif (penggunaan gambar yang sesuai dengan materi serta suara yang mendukung materi), fungsi kognitif (penggunaan lambang, simbol atau suara yang dapat mengingatkan pada materi pembahasan) dan fungsi kompensatoris (mengakomodasi siswa yang lemah dan lambat menerima dan memahami isi). Diharapkan dengan adanya suara dan tampilan gambar dapat membantu siswa dalam proses pembelajaran. Sehingga media audiovisual dapat mempermudah siswa memahami, mengingat dan menyerap materi yang diajarkan.

Media audiovisual menurut para ahli terbagi menjadi beberapa macam. Menurut Asnawir dkk (2002) media audiovisual terbagi menjadi 2 yaitu, audiovisual diam dan audiovisual gerak. Media audio visual diam yaitu media yang menampilkan suara dan gambar diam seperti bingkai suara (*sound slide*), film rangkai suara dan cetak suara. Media audio visual gerak yaitu media yang dapat menampilkan unsur suara dan gambar yang bergerak seperti film dan *video-cassette*. Contoh lain dari media audiovisual gerak adalah DVD & VCD *player* serta Computer. Adapun alat atau media yang termasuk dalam media audiovisual adalah audiotape, video & videotape, *Computer Based Training* (CBT), pelatihan berbasis Web, dan internet (Fannani, 2009).

2.8.4 Instrumen Penilaian Media Pembelajaran

Media pendidikan sebelum digunakan perlu dievaluasi terlebih dahulu, baik segi materi, edukatif, maupun segi teknis sehingga media tersebut memenuhi persyaratan sebagai media pendidikan. Evaluasi dimaksudkan untuk mengetahui apakah media yang dibuat dapat mencapai tujuan yang ditetapkan atau tidak. Hal ini penting untuk diperhatikan dan dilakukan karena banyak orang beranggapan bahwa media yang dibuat pasti baik.

Instrumen merupakan komponen kunci dalam suatu penelitian. Mutu instrumen akan menentukan mutu data yang digunakan dalam penelitian, sedangkan data merupakan dasar kebenaran empirik dari penemuan atau kesimpulan penelitian (Sungkono, 2012). Oleh karena itu, instrumen menjadi dasar dalam menentukan kualitas media pembelajaran yang dihasilkan. Berikut adalah tabel yang dapat digunakan sebagai instrumen penilaian:

Tabel 2.4. Format Penilaian Kualitas Video

Aspek	Indikator	Kriteria				
		SB	B	C	K	SK
		5	4	3	2	1
Suara	1. Tempo ucapan					
	2. Kejelasan ucapan					
	3. Intonasi suara					
	4. Menggunakan istilah umum					
	5. Tidak menggunakan kata-kata sulit					
	6. Bahasa sederhana, tepat, dan mudah dipahami					
Musik	7. Musik/ efek suara ilustrasi musik mendukung program					
	8. Ilustrasi musik dan efek suara tidak terlalu keras					
	9. Terdapat informasi tentang sumber musik yang digunakan					
	10. Ukuran, jenis, dan warna huruf					

Tulisan	proporsional					
	11. Keterpaduan warna antar tulisan bagus (tidak menyakiti mata)					
Animasi	12. Animasi sesuai dengan narasi					
	13. Animasi mempermudah penyampaian materi					
	14. Kualitas animasi jelas/tidak pecah atau buram					
	15. Letak dan warna animasi dalam program kontras					
	16. Animasi mampu menyajikan visual sesuai kompetensi pembelajaran					

Sumber : Sungkono, 2012.

Keterangan:

SB = Sangat Baik

K = Kurang

B = Baik

SK = Sangat Kurang

C = Cukup

2.9 Pemanfaatan Media Audio Visual Dalam Pembelajaran Bioteknologi

Istilah bioteknologi pertama kali dikemukakan oleh seorang insinyur Hongaria tahun 1917 bernama **Karl Ereky**, untuk mendeskripsikan produksi babi dalam skala besar dengan menggunakan bit gula sebagai sumber pakannya. Beragam pengertian dan batasan berkembang untuk menjelaskan tentang bioteknologi. Pengertian bioteknologi dapat diartikan sebagai cabang ilmu yang mempelajari pemanfaatan makhluk hidup maupun produk dari makhluk hidup untuk menghasilkan barang dan jasa. Perkembangan dan kemajuan bioteknologi merupakan aplikasi dari ilmu-ilmu terpadu seperti mikrobiologi, biokimia, biologi molekuler, dan genetika (Ahmad, 2014).

Bioteknologi dibagi menjadi 2 yaitu, bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern. Pengertian bioteknologi konvensional adalah teknologi yang menggunakan bahan hayati atau sejenisnya untuk menghasilkan barang dan

jasa sebagai sarana pemenuhan kebutuhan manusia. Sedangkan bioteknologi modern merupakan teknologi yang menggunakan bahan hayati yang telah direkayasa secara invitro guna menghasilkan barang dan jasa sebagai sarana pemenuhan kebutuhan manusia (Subardi, 2008).

Pengawetan makanan telah lama dikenal oleh masyarakat, produksi bahan makanan yang melimpah memikirkan trik cara penyimpanan agar bahan makanan tersebut dapat bertahan lama. Salah satu contoh pengawetan adalah penggunaan *edible coating* menggunakan lidah buaya. Proses pengawetan makanan ini sudah menggunakan bioteknologi secara konvensional dengan menggunakan bahan hayati dari daun lidah buaya sebagai pengawet pada buah tomat. Bioteknologi konvensional dilakukan berdasarkan pengalaman, masih menerapkan teknik-teknik biologi, dan rekayasa genetika yang terbatas. Bioteknologi konvensional ini biasanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia untuk mencapai kesejahteraan (Rohmah, 2009).

Proses pembelajaran merupakan proses komunikasi antara pelajar (siswa), pengajar (guru), dan bahan ajar (materi). Pada dasarnya proses pembelajaran merupakan aktivitas yang dilakukan secara tertata dan teratur, berjalan secara logis dan sistematis mengikuti aturan-aturan yang telah disepakatai sebelumnya. Dalam pembelajaran dibutuhkan media guna memudahkan siswa dalam memahami materi pembelajaran yang disampaikan. Pengajar memanfaatkan media sebagai pemacu motivasi siswa untuk aktif dalam kegiatan pembelajaran. Dengan kata lain media dapat diartikan sebagai alat yang dapat membantu proses

belajar mengajar dan berfungsi untuk memperjelas makna pesan yang disampaikan sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai (Kurniasari, 2013).

Media dalam proses pembelajaran dibagi menjadi 4 yaitu, media audio, media visual, media audio visual, dan multimedia. Media audio merupakan media yang hanya melibatkan indera pendengaran dan hanya mampu memanipulasi kemampuan suara semata. Media visual adalah media yang hanya melibatkan indera penglihatan. Media audio visual adalah media yang melibatkan indera pendengaran dan penglihatan sekaligus dalam satu proses. Media multimedia adalah media yang melibatkan berbagai indera dalam sebuah proses pembelajaran. Salah satu contoh dari media audio visual adalah video. Video merupakan media yang menyajikan audio dan visual yang berisi pesan-pesan pembelajaran baik yang berisi konsep, prinsip, prosedur, teori aplikasi pengetahuan untuk membantu pemahaman terhadap suatu materi pembelajaran (Ayuningrum, 2012).

2.10 Kerangka Konsep

Buah tomat merupakan buah yang cepat mengalami pembusukan setelah dilakukan pemanenan. Pembusukan pada buah dapat dicegah dengan perlakuan pengawetan. Pengawetan dibagi menjadi tiga macam yaitu pengawetan secara kimiawi, biologis dan alami. Pengawetan secara kimiawi dimaksudkan dengan penggunaan bahan-bahan kimia, sedangkan pengawetan secara biologis adalah dengan peragian atau fermentasi, kedua pengawetan ini mempunyai kelemahan masing-masing. Untuk itu dibutuhkan alternatif lain dalam pengawetan salah satunya penggunaan pengawet alami, yang meliputi pemanasan atau pendinginan,

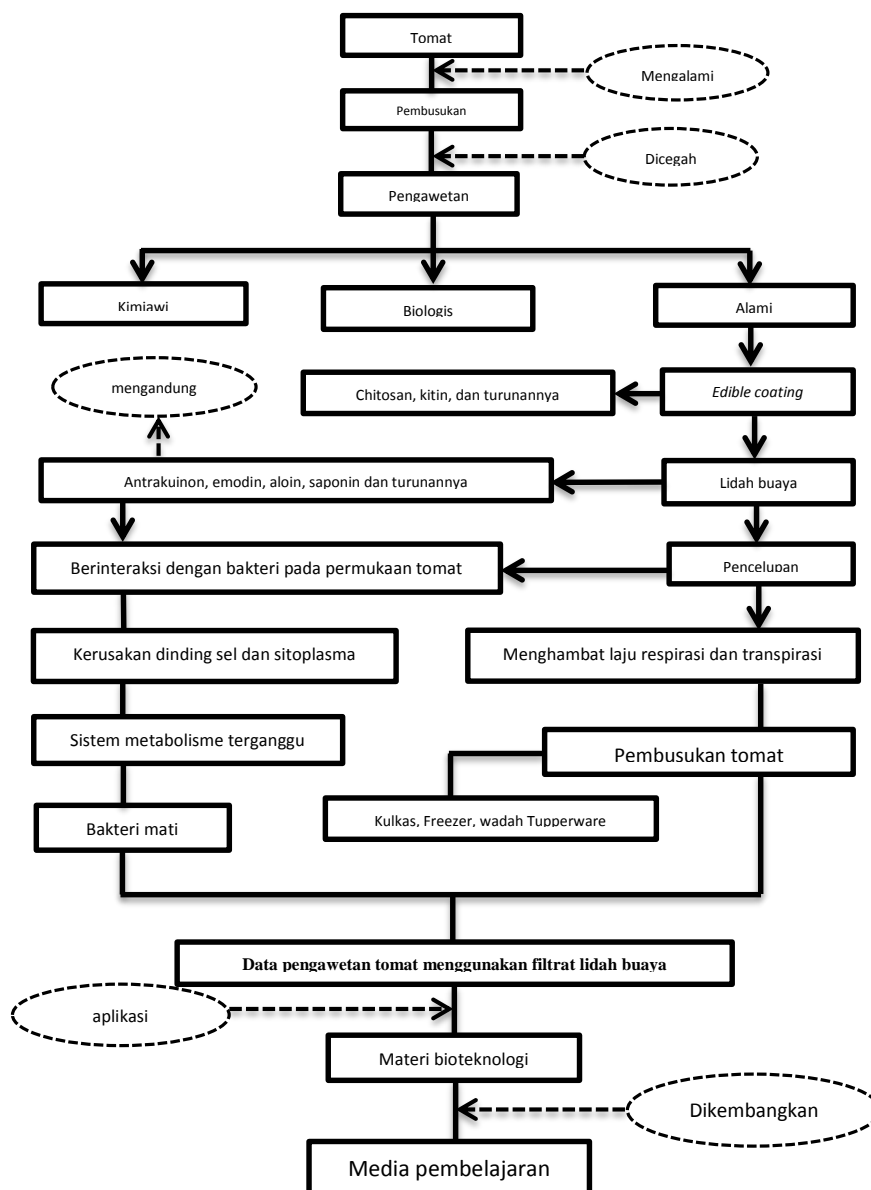
serta pemanfaatan bahan dari alam. Contoh lain dari pengawetan secara alami adalah *edible coating*.

Edible coating dapat dibuat dari tiga jenis bahan yang berbeda yaitu hidokoloid (protein dan polisakarida), lipida, dan komposit. Bahan-bahan tersebut termasuk yang sering digunakan dalam industri. Pengembangan *edible coating* terus diperbaharui, dengan menggunakan chitosan, kitin, dan turunannya diharapkan mampu menjadi beberapa pilihan yang dapat diterapkan. Selain itu, lidah buaya juga dapat dijadikan sebagai alternatif bahan *edible coating*, karena kandungan senyawa antimikroba misalnya antrakuinon, saponin dan emodin.

Senyawa antrakuinon dalam lidah buaya juga dikenal sebagai senyawa antimikroba yang dapat membunuh bakteri yang menempel pada permukaan buah. Senyawa fenol dan turunannya yang masuk kedalam bakteri akan menyebabkan peruraian yang merusak sitoplasma yang menyebabkan kebocoran isi pada sel bakteri sehingga metabolisme bakteri terganggu dan pertumbuhan bakteri terhambat. Senyawa saponin yang terkandung dalam *Aloe vera* mempunyai efek antikuman. Sedangkan emodin dikenal sebagai antioksidan dan antibakteri.

Cara penggunaan lidah buaya sebagai *edible coating* dapat dilakukan dengan berbagai cara misalnya menggunakan teknik pencelupan. Pencelupan membuat pori-pori pada permukaan buah tertutup sehingga proses pertukaran gas, metabolisme dapat dikendalikan dan pembusukan dapat dihambat. Cara umum yang biasa digunakan masyarakat adalah dengan menyimpan buah dalam kulkas, freezer, maupun wadah tupperware. Namun cara tersebut juga menimbulkan

masalah dan tidak cukup untuk mempertahankan kualitas buah dalam jangka waktu yang lama. Oleh sebab itu penggunaan *Aloe vera* sebagai alternatif pengawet yang digunakan untuk *edible coating* sangat diperlukan. Hasil dari pengawetan dengan menggunakan lidah buaya sebagai *edible coating* dapat diaplikasikan pada materi bioteknologi SMA kelas XII dengan media pembelajaran berupa video.



Gambar 2.4 Kerangka Konsep

2.11 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini sebagai berikut: lama penyimpanan dan konsentrasi filtrat *Aloe vera* mempengaruhi mutu buah *Lycopersicum esculentum*.